

薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法ならびに薄膜磁気ヘッド用スライダおよびその製造方法

## 発明の背景

### 1. 発明の技術分野

本発明は、記録ヘッドと再生ヘッドとを有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法、ならびに記録ヘッドと再生ヘッドとを有する薄膜磁気ヘッド用スライダおよびその製造方法に関する。

### 2. 関連技術の説明

近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型電磁変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗効果素子（以下、MR（Magnetoresistive）素子とも記す。）を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。MR素子としては、異方性磁気抵抗（Anisotropic Magnetoresistive）効果を用いたAMR素子と、巨大磁気抵抗（Giant Magnetoresistive）効果を用いたGMR素子とがあり、AMR素子を用いた再生ヘッドはAMRヘッドあるいは単にMRヘッドと呼ばれ、GMR素子を用いた再生ヘッドはGMRヘッドと呼ばれる。AMRヘッドは、面記録密度が1ギガビット／（インチ）<sup>2</sup>を超える再生ヘッドとして利用され、GMRヘッドは、面記録密度が3ギガビット／（インチ）<sup>2</sup>を超える再生ヘッドとして利用されている。近年は、ほとんどGMRヘッドが利用されるようになってきている。

再生ヘッドの性能を向上させる方法としては、MR膜をAMR膜からGMR膜等の磁気抵抗感度の優れた材料に変える方法や、MR膜のパターン幅、すなわち、再生トラック幅やMRハイトを適切化する方法等がある。MRハイトとは、MR素子のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいう。また、エアベアリング面は、薄膜磁気ヘッドにおける磁気記録媒体と対向する面である。

一方、再生ヘッドの性能向上に伴って、記録ヘッドの性能向上も求められている。記録ヘッドの性能のうち面記録密度を高めるには、記録トラック密度を上げ

る必要がある。このためには、記録ギャップ層を挟んでその上下に形成された下部磁極および上部磁極のエアベアリング面での幅を数ミクロンからサブミクロン寸法まで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要があり、これを達成するために半導体加工技術が利用されている。また、記録ヘッドの性能を決定する他の要因としては、パターン幅、特に、スロートハイト (Throat Height) がある。スロートハイトは、2つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分、すなわち磁極部分の、エアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ (高さ) をいう。記録ヘッドの性能向上のためには、スロートハイトの縮小化が望まれている。このスロートハイトは、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって決定される。

このように、薄膜磁気ヘッドの性能の向上のためには、記録ヘッドと再生ヘッドをバランスよく形成することが重要である。

高密度記録を可能にする薄膜磁気ヘッドに要求される条件としては、再生ヘッドについては、再生トラック幅の縮小、再生出力の増加、ノイズの低減等があり、記録ヘッドについては、記録トラックの縮小、記録媒体上の既にデータを書き込んである領域にデータを重ね書きする場合の特性であるオーバーライト特性の向上、非線形トランジションシフト (Non-linear Transition Shift) の向上等がある。

ところで、ハードディスク装置等に用いられる浮上型薄膜磁気ヘッドは、一般的に、後端部に薄膜磁気ヘッド素子が形成されたスライダによって構成されるようになっている。スライダは、記録媒体の回転によって生じる空気流によって記録媒体の表面からわずかに浮上するようになっている。

ここで、図3-4ないし図3-6を参照して、関連技術の薄膜磁気ヘッド素子の製造方法の一例について説明する。図3-4は関連技術の薄膜磁気ヘッド素子のエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図、図3-5は関連技術の薄膜磁気ヘッド素子のエアベアリング面に平行な断面を示す断面図、図3-6は関連技術の薄膜磁気ヘッド素子の平面図である。

この製造方法では、まず、例えばアルミニウムオキサイド・チタニウムカーバイド ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ ) よりなる基板101の上に、例えばアルミナ ( $\text{Al}_2$

O<sub>3</sub>)よりなる絶縁層102を形成する。次に、絶縁層102の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層103を形成する。次に、下部シールド層103の上に、アルミナ等の絶縁材料よりなる下部シールドギャップ膜104を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、再生用のMR素子105を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、MR素子105に電氣的に接続される一対の電極層106を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104、MR素子105および電極層106の上に、アルミナ等の絶縁材料よりなる上部シールドギャップ膜107を形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104、107内に埋設する。

次に、上部シールドギャップ膜107の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）108を形成する。次に、下部磁極層108の上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層109を形成する。次に、磁路形成のために、記録ギャップ層109を部分的にエッチングして、コンタクトホールを形成する。次に、磁極部分における記録ギャップ層109の上に、記録ヘッド用の磁性材料よりなる上部磁極チップ110を形成する。このとき同時に、磁路形成のためのコンタクトホールの上に、磁路形成のための磁性材料からなる磁性層119を形成する。

次に、上部磁極チップ110をマスクとして、イオンミリングによって、記録ギャップ層109と下部磁極層108をエッチングする。図35に示したように、上部磁極部分（上部磁極チップ110）、記録ギャップ層109および下部磁極層108の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム（Trim）構造と呼ばれる。次に、全面に、例えばアルミナ膜よりなる絶縁層111を形成する。次に、この絶縁層111を、上部磁極チップ110および磁性層119の表面に至るまで研磨して平坦化する。

次に、平坦化された絶縁層111の上に、例えば銅（Cu）よりなる誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を形成する。次に、絶縁層111およびコイル112の上に、フォトレジスト層113を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層113の表面を平坦にするために所定の温度で熱処

理する。次に、フォトリジスト層 1 1 3 の上に、第 2 層目の薄膜コイル 1 1 4 を形成する。次に、フォトリジスト層 1 1 3 およびコイル 1 1 4 上に、フォトリジスト層 1 1 5 を、所定のパターンに形成する。次に、フォトリジスト層 1 1 5 の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。

次に、上部磁極チップ 1 1 0、フォトリジスト層 1 1 3、1 1 5 および磁性層 1 1 9 の上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えばパーマロイ (NiFe) よりなる上部磁極層 1 1 6 を形成する。次に、上部磁極層 1 1 6 の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層 1 1 7 を形成する。最後に、上記各層を含むスライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面 1 1 8 を形成して、薄膜磁気ヘッド素子が完成する。

なお、図 3 6 では、オーバーコート層 1 1 7 や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。

次に、図 3 7 ないし図 4 2 を参照して、関連技術のスライダの構成と作用について説明する。図 3 7 は関連技術のスライダのエアベアリング面の構成の一例を示す底面図である。図 3 8 は関連技術のスライダの斜視図である。図 3 7 および図 3 8 に示した例では、スライダ 1 2 0 におけるエアベアリング面は、磁気ディスク等の記録媒体の回転によって生じる空気流によってスライダ 1 2 0 を記録媒体の表面からわずかに浮上させるために必要な形状に形成されている。また、この例では、スライダ 1 2 0 の空気流出端（図 3 7 における上側の端部）の近傍であってエアベアリング面の近傍の位置には薄膜磁気ヘッド素子 1 2 2 が配置されている。この薄膜磁気ヘッド素子 1 2 2 の構成は、例えば図 3 4 ないし図 3 6 に示したようになっている。図 3 7 における A 部が、図 3 5 に対応する。

図 3 7 および図 3 8 に示した例では、スライダ 1 2 0 のエアベアリング面は、記録媒体に最も近い第 1 の面 1 2 1 a と、この第 1 の面 1 2 1 a との間で所定の第 1 の段差のある第 2 の面 1 2 1 b と、第 1 の面 1 2 1 a との間で第 1 の段差よりも大きな第 2 の段差のある第 3 の面 1 2 1 c とを有している。第 1 の面 1 2 1 a はスライダ 1 2 0 の幅方向（図 3 7 における左右方向）の両側近傍と薄膜磁気ヘッド素子 1 2 2 の周辺とに配置されている。第 2 の面 1 2 1 b は空気流入端（図 3 7 における下側の端部）の近傍に配置されている。第 3 の面 1 2 1 c は、エ

エアベアリング面の全体から第1の面121aおよび第2の面121bを除いた部分となっている。第1の面121aと第2の面121bとの間の第1の段差は1 $\mu$ m程度であり、第1の面121aと第3の面121cとの間の第2の段差は2 $\sim$ 3 $\mu$ m程度である。

記録媒体の回転時に、図37および図38に示したスライダ120のエアベアリング面の第1の面121aと記録媒体との間には、スライダ120を記録媒体から遠ざける圧力が発生する。また、図37および図38に示したスライダ120のエアベアリング面では、第2の面121bは空気流入端の近傍に配置され、第3の面121cは第2の面121bよりも空気流出端に近い位置に配置されている。この場合、記録媒体の回転時に第2の面121bと記録媒体との間を通過した空気が第3の面121cと記録媒体との間に達したときに、その空気の体積は増加する。そのため、第3の面121cと記録媒体との間において、スライダ120を記録媒体に近づける負圧が発生する。その結果、記録媒体の回転時に、スライダ120は、空気流出端が空気流入端よりも記録媒体に近づくように傾いて、記録媒体から浮上する。記録媒体の面に対するスライダ120のエアベアリング面の傾きは、例えば1°以下になるように設計される。また、エアベアリング面の形状を適切に設計することにより、記録スライダ120の浮上量を小さくすることができる。

スライダ120は、以下のようにして製造される。まず、それぞれ薄膜磁気ヘッド素子122を含むスライダとなる部分（以下、スライダ部分と言う。）が複数列に配列されたウェハを一方向に切断して、スライダ部分が一行に配列されたバーと呼ばれるブロックを形成する。次に、このバーにおけるエアベアリング面となる面を研磨して研磨面を形成する。次に、この研磨面のうちの第1の面121aとなる部分の上に、フォトリソグラフィによって第1のフォトリソレジストマスクを形成する。次に、この第1のフォトリソレジストマスクを用いて、研磨面を選択的にエッチングして、研磨面との間で第1の段差のある段差面を形成する。次に、第1のフォトリソレジストマスクを除去する。次に、研磨面のうちの第1の面121aとなる部分および段差面のうちの第2の面121bとなる部分の上に、フォトリソグラフィによって第2のフォトリソレジストマスクを形成する。次に、この第

2のフォトリジストマスクを用いて、段差面を選択的にエッチングして、研磨面との間で第2の段差のある第3の面121cを形成する。このようにして、第1の面121a、第2の面121bおよび第3の面121cが形成される。次に、バーを切断して各スライダ120に分離する。

図39は、記録媒体140が静止している状態におけるスライダ120と記録媒体140とを示す断面図である。図39において、スライダ120に関しては、図37の39-39線断面で表している。また、図40は、図37における上側から見たスライダ120を示している。

図39に示したように、スライダ120の大部分は、例えばアルミニウムオキサイド・チタニウムカーバイドよりなる基板101で構成されている。スライダ120のうちの残りの部分は、例えばアルミナよりなる絶縁部127と、この絶縁部127内に形成された薄膜磁気ヘッド素子122等で構成されている。絶縁部127の大部分はオーバーコート層117である。

図39および図40に示したスライダ120では、下部シールド層103、下部磁極層108、上部磁極チップ110、上部磁極層116等の腐食等を防止するために、エアベアリング面に、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)等を用いた保護層128を形成している。

図41は、記録媒体140が停止している状態から回転を開始した直後におけるスライダ120と記録媒体140とを示す断面図である。また、図42は、記録媒体140が回転し、スライダ120が記録媒体140の表面から浮上し、薄膜磁気ヘッド素子122によって記録や再生が行われている状態を表している。スライダ120の浮上時において、スライダ120と記録媒体140との最短距離H11は8~10nm程度であり、スライダ120の空気流出端と記録媒体140との距離H12は、100~500nm程度である。

ところで、ハードディスク装置の性能、特に面記録密度を向上させる方法には、線記録密度を高める方法とトラック密度を高める方法とがある。高性能のハードディスク装置を設計する際には、線記録密度とトラック密度のどちらに重点を置くかによって、記録ヘッド、再生ヘッド、あるいは薄膜磁気ヘッド全体における具体的な方策が異なる。すなわち、トラック密度に重点を置いた設計の場合に

は、例えば、記録ヘッドと再生ヘッドの双方においてトラック幅の縮小が求められる。

一方、線記録密度に重点を置いた設計の場合には、例えば、再生ヘッドにおいて、再生出力の向上や、下部シールド層と上部シールド層との間の距離であるシールドギャップ長の縮小が求められる。線記録密度に重点を置いた設計の場合には、更に、記録媒体と薄膜磁気ヘッド素子との間の距離（以下、磁気スペースと言う。）の縮小が求められる。

磁気スペースの縮小は、スライダの浮上量の縮小によって達成される。磁気スペースの縮小は、再生ヘッドにおける再生出力の向上に寄与する他に、記録ヘッドにおけるオーバーライト特性の向上に寄与する。

スライダの浮上量の縮小は、例えば、図37および図38に示したように、スライダのエアベアリング面に、互いに段差のある第1ないし第3の面を形成することによって実現することができる。

しかしながら、従来のスライダの製造方法では、ウェハを一方向に切断して複数のバーを形成した後、各バーを研磨して研磨面を形成し、更に、各バーの研磨面に第1ないし第3の面を形成する。バーの研磨面に第1ないし第3の面を形成する工程は、複数のバーについて同時に行うことができる。しかし、そのためには、複数のバーを所定の配列となるように並べて配置した後に、これらのバーに対して、マスクの形成処理やエッチング処理を施す必要がある。そのため、従来のスライダの製造方法では、スライダの製造のための工程数が多く、スライダの製造コストが高くなるという問題点があった。

また、磁気スペースを縮小してゆくと、スライダと記録媒体との衝突が生じやすくなり、記録媒体や薄膜磁気ヘッド素子の損傷が生じやすくなる。これを防止するには、記録媒体の表面の平滑性を高めることが必要になる。しかし、記録媒体の表面の平滑性を高めると、スライダと記録媒体との吸着が生じやすくなる。その結果、記録媒体が停止して、スライダが記録媒体に接触している状態から、記録媒体が回転を開始したときに、スライダが記録媒体から離れにくくなるという問題点がある。

従来は、スライダと記録媒体との吸着を防止するために、スライダのエアベア

リング面にクラウンやキャンバを形成していた。クラウンとは、図39に示したように、スライダ120の長手方向において緩やかに湾曲した凸面を言う。キャンバとは、図40に示したように、スライダ120の幅方向において緩やかに湾曲した凸面を言う。クラウンにおける高低差C1は、10～50nm程度である。また、キャンバにおける高低差C2は、5～20nm程度である。

従来、クラウンは、例えば、バーのエアベアリング面の研磨の際に、定盤に対するバーの姿勢を変化させることによって形成していた。

一方、キャンバは、従来、例えば次のような方法で形成していた。すなわち、まず、MRハイトを調整するためにバーのエアベアリング面の研磨を行った後、バーにおける各スライダ部分の間の切断予定位置に、ダイヤモンドグラインダ等によって切れ込みを入れる。次に、凹面形状の定盤上でバーのエアベアリング面を軽く再研磨する。

しかしながら、キャンバを形成するための上記の方法では、バーのエアベアリング面の研磨によってMRハイトを正確に調整した後に、キャンバを形成するために、再度、バーのエアベアリング面を10～20nm程度研磨する。そのため、この方法では、MRハイトが所望の値からずれる場合があるという問題点がある。また、この方法では、凹面形状の定盤上でバーのエアベアリング面を研磨する際に、定盤の汚れや定盤上のごみによってバーに引っかき傷が入る場合があり、薄膜磁気ヘッドの歩留りを低下させるという問題点がある。また、この方法では、凹面形状の定盤上でバーのエアベアリング面を研磨する際に、MR素子に接続された電極層の削り粉が、エアベアリング面と定盤との間に挟まれて延びて、スメアーと呼ばれる不良が発生する場合がある。このスメアーは、MR素子とシールド層との間の電氣的な短絡を引き起こす場合がある。この短絡は、再生ヘッドの感度を低下させたり、再生出力にノイズを発生させたりして、再生ヘッドの特性を劣化させる。

また、スライダのエアベアリング面にクラウンやキャンバを形成する場合には、これらの形成の工程の存在によって、スライダの製造コストが高くなるという問題点がある。



## 発明の目的および概要

本発明の第1の目的は、少ない工程数で製造できるようにした薄膜磁気ヘッドおよび薄膜磁気ヘッド用スライダ、ならびにそれらの製造方法を提供することにある。

本発明の第2の目的は、上記第1の目的に加え、薄膜磁気ヘッド用スライダと記録媒体との衝突によって記録媒体や薄膜磁気ヘッドが損傷することや、薄膜磁気ヘッド用スライダと記録媒体とが吸着することを防止しながら、磁気スペースの縮小を可能にした薄膜磁気ヘッド用スライダおよびその製造方法を提供することにある。

本発明の第1の薄膜磁気ヘッドは、

記録媒体に対向する第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有する記録ヘッド部と

、  
記録媒体に対向する第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、

記録ヘッド部と再生ヘッド部は、第1の媒体対向面と第2の媒体対向面が連続するように互いに接着されているものである。

本発明の第1の薄膜磁気ヘッドは、記録ヘッド部と再生ヘッド部が互いに接着されて構成される。従って、記録ヘッド部と再生ヘッド部は、それぞれ一度に大量に作製することが可能である。

本発明の第1の薄膜磁気ヘッドにおいて、記録ヘッド部は、記録ヘッドを収納すると共に、第1の媒体対向面と、第1の媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有する記録ヘッド部本体を備えていてもよい。記録ヘッドは、背面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部と、導体部に電氣的に接続された誘導型電磁変換素子とを有していてもよい。誘導型電磁変換素子は、導体部に電氣的に接続された薄膜コイルと、第1の媒体対向面の近傍に配置され互いに対向する第1および第2の磁極部分層と、薄膜コイルの一部を囲うように配置され、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層とを連結する磁路形成部と、第1および第2の磁極部分層の間に設けられたギャップ部とを有していてもよい。第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、凸部は第1の媒体対向面

に露出する先端面を含み、第1および第2の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定してもよい。

また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドにおいて、再生ヘッド部は、再生ヘッドを収納すると共に、第2の媒体対向面と、第2の媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有する再生ヘッド部本体を備えていてもよい。再生ヘッドは、背面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部と、第2の媒体対向面の近傍に配置され導体部に電氣的に接続された磁気抵抗効果素子とを有していてもよい。

本発明の第1の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録媒体に対向する第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有する記録ヘッド部と、記録媒体に対向する第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、記録ヘッド部と再生ヘッド部は、第1の媒体対向面と第2の媒体対向面が連続するように互いに接着されている薄膜磁気ヘッドを製造する方法であって、

記録ヘッド部を作製する工程と、

記録ヘッド部とは別個に再生ヘッド部を作製する工程と、

記録ヘッド部と再生ヘッド部とを接着する工程と

を備えたものである。

本発明の第1の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、記録ヘッド部と再生ヘッド部とを別個に作製し、記録ヘッド部と再生ヘッド部とを接着することによって薄膜磁気ヘッドを製造する。従って、記録ヘッド部と再生ヘッド部は、それぞれ一度に大量に作製することが可能である。

本発明の第1の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、記録ヘッド部を作製する工程は、第1のウェハの上に複数の記録ヘッドを形成する工程を含み、再生ヘッド部を作製する工程は、第2のウェハの上に複数の再生ヘッドを形成する工程を含んでいてもよい。

また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、記録ヘッド部は、記録ヘッドを収納すると共に、第1の媒体対向面と、第1の媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有する記録ヘッド部本体を備えていてもよい。記録ヘッド部を作製する工程は、背面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部を形成する工程と、誘導型電磁変換素子を形成する工程とを含んでいてもよい。誘

導型電磁変換素子は、導体部に電氣的に接続された薄膜コイルと、第1の媒体対向面の近傍に配置され互いに対向する第1および第2の磁極部分層と、記薄膜コイルの一部を囲うように配置され、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層とを連結する磁路形成部と、第1および第2の磁極部分層の間に設けられたギャップ部とを有していてもよい。第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、凸部は第1の媒体対向面に露出する先端面を含み、第1および第2の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定してもよい。

また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、再生ヘッド部は、再生ヘッドを収納すると共に、第2の媒体対向面と、第2の媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有する再生ヘッド部本体を備えていてもよい。再生ヘッド部を作製する工程は、背面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部を形成する工程と、第2の媒体対向面の近傍に配置され導体部に電氣的に接続された磁気抵抗効果素子を形成する工程とを含んでいてもよい。

本発明の第2の薄膜磁気ヘッドは、外部装置と電氣的に接続される導体部と、導体部に電氣的に接続された誘導型電磁変換素子と、導体部および誘導型電磁変換素子を収納する本体とを備えている。本体は、記録媒体に対向する媒体対向面と、この媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有している。導体部は背面に露出している。誘導型電磁変換素子は導体部上に積層されている。誘導型電磁変換素子は、導体部に電氣的に接続された薄膜コイルと、媒体対向面の近傍に配置され互いに対向する第1および第2の磁極部分層と、薄膜コイルの一部を囲うように配置され、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層とを連結する磁路形成部と、第1および第2の磁極部分層の間に設けられたギャップ部とを有している。第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、凸部は媒体対向面に露出する先端面を含む。第1および第2の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定する。

本発明の第2の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、外部装置と電氣的に接続される導体部と、導体部に電氣的に接続された誘導型電磁変換素子と、導体部および誘導型電磁変換素子を収納する本体とを備え、本体は、記録媒体に対向する媒体対向面と、この媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有し、導体部は背面に

露出している薄膜磁気ヘッドを製造する方法である。この方法は、導体部を形成する工程と、導体部上に積層されるように誘導型電磁変換素子を形成する工程とを含む。誘導型電磁変換素子は、導体部に電氣的に接続された薄膜コイルと、第1の媒体対向面の近傍に配置され互いに対向する第1および第2の磁極部分層と、薄膜コイルの一部を囲うように配置され、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層とを連結する磁路形成部と、第1および第2の磁極部分層の間に設けられたギャップ部とを有する。第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、凸部は媒体対向面に露出する先端面を含む。第1および第2の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定する。

本発明の第2の薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法では、導体部は、本体の背面に露出するように配置され、誘導型電磁変換素子は、導体部上に積層される。誘導型電磁変換素子の第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、この凸部の先端面は媒体対向面に露出する。

本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダは、

回転する記録媒体に対向する第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有するスライダ部と、

記録媒体に対向する第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、

第1の媒体対向面は、記録媒体の回転時におけるスライダ部の姿勢を制御するための凹凸を有し、

スライダ部と再生ヘッド部は、第1の媒体対向面と第2の媒体対向面が連続するように互いに接着されているものである。

本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダは、スライダ部と再生ヘッド部が接着されて構成される。従って、スライダ部と再生ヘッド部は、それぞれ一度に大量に作製することが可能である。

本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダにおいて、記録ヘッドは誘導型電磁変換素子を含み、再生ヘッドは磁気抵抗効果素子を含んでいてもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダにおいて、第1の媒体対向面は、再生ヘッド部に近い第1の面と、再生ヘッド部から離れた第2の面と、第1の面と

第2の面との間の境界部分とを有し、第1の面および第2の面の形状が境界部分において屈曲した凸形状になるように、第1の面と第2の面は互いに傾斜していてもよい。

第1の面と第2の面の少なくとも一方は、記録媒体が回転している間、境界部分に近い位置ほど記録媒体に近づくように記録媒体の面に対して傾いてもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダにおいて、第1の媒体対向面が第1の面と第2の面と境界部分とを有する場合には、スライダ部は、記録媒体が静止している間は記録媒体の面に接触し、記録媒体が回転している間は記録媒体の面から離れてもよい。この場合、スライダ部は、記録媒体の面に対して接触を開始する時に、境界部分が最初に記録媒体の面に接触してもよい。また、スライダ部は、記録媒体の面から離れる時に、境界部分が最後に記録媒体の面から離れてもよい。

また、記録媒体が回転している間および記録媒体が静止している間のいずれにおいても、スライダ部は境界部分において記録媒体の面に接触し、且つ第1の面および第2の面は記録媒体の面に対して傾いてもよい。

また、第1の媒体対向面は、境界部分を含む領域において形成された凹部を有していてもよい。

本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、回転する記録媒体に対向する第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有するスライダ部と、記録媒体に対向する第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、第1の媒体対向面は、記録媒体の回転時におけるスライダ部の姿勢を制御するための凹凸を有し、スライダ部と再生ヘッド部は、第1の媒体対向面と第2の媒体対向面が連続するように互いに接着されている薄膜磁気ヘッド用スライダを製造する方法である。

本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、スライダ部を作製する工程と、スライダ部とは別個に再生ヘッド部を作製する工程と、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程とを備えたものである。

本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法では、スライダ部と再生ヘッド部を別個に作製し、スライダ部と再生ヘッド部とを接着することによって薄膜磁

気ヘッド用スライダを製造する。従って、スライダ部と再生ヘッド部は、それぞれ一度に大量に作製することが可能である。

本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法において、記録ヘッドは誘導型電磁変換素子を含み、再生ヘッドは磁気抵抗効果素子を含んでいてもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法において、スライダ部を作製する工程は、第1のウェハの上に複数の記録ヘッドを形成する工程を含み、再生ヘッド部を作製する工程は、第2のウェハの上に複数の再生ヘッドを形成する工程を含んでいてもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法において、スライダ部を作製する工程は、第1のウェハの上に複数の記録ヘッドと複数の第1の媒体対向面とを形成して、複数列に配列された複数のスライダ部を含む第1のスライダ部集合体を形成する工程と、第1のスライダ部集合体を切断して、1列に配列された複数のスライダ部を含む第2のスライダ部集合体を形成する工程とを含んでいてもよい。また、再生ヘッド部を作製する工程は、第2のウェハの上に複数の再生ヘッドを形成して、複数列に配列された複数の再生ヘッド部を含む第1の再生ヘッド部集合体を形成する工程と、第1の再生ヘッド部集合体を切断して、1列に配列された複数の再生ヘッド部を含む第2の再生ヘッド部集合体を作製する工程とを含んでいてもよい。また、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程は、第2のスライダ部集合体と第2の再生ヘッド部集合体とを接着して、1列に配列された複数の薄膜磁気ヘッド用スライダを含むスライダ集合体を作製する工程を含んでいてもよい。薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、更に、スライダ集合体を切断して互いに分離された複数の薄膜磁気ヘッド用スライダを作製する工程を備えていてもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、更に、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程の後で、第1の媒体対向面および第2の媒体対向面が平坦化されるように、第1の媒体対向面および第2の媒体対向面を研磨する工程を備えていてもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、更に、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程の後で、第1の媒体対向面が、再生ヘッド部に近

い第1の面と、再生ヘッド部から離れた第2の面と、第1の面と第2の面との間の境界部分とを有し、第1の面と第2の面が互いに傾斜して、第1の面および第2の面の形状が境界部分において屈曲した凸形状になるように、第1の媒体対向面を研磨する工程を備えていてもよい。この場合、薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、更に、第1の媒体対向面における境界部分を含む領域に凹部を形成する工程を備えていてもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法において、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程は、セラミック系の接着剤を用いてスライダ部と再生ヘッド部とを接着してもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法において、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程は、スライダ部と再生ヘッド部との間に熱硬化型の接着剤を配置し、接着剤を300℃以下の温度で加熱して接着剤を硬化させてスライダ部と再生ヘッド部とを接着してもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法において、スライダ部を作製する工程は、ウェハの一方の面の上に複数の記録ヘッドを形成する工程と、ウェハの他方の面を研磨することによってウェハを除去する工程とを含み、記録ヘッドは、研磨によって形成される面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部を有していてもよい。この場合、ウェハを除去する工程は、複数の記録ヘッドの上に支持板を配置した状態で、ウェハの他方の面を研磨してもよい。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法において、再生ヘッド部を作製する工程は、ウェハの一方の面の上に複数の再生ヘッドを形成する工程と、ウェハの他方の面を研磨することによってウェハの少なくとも一部を除去する工程とを含んでいてもよい。この場合、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程は、再生ヘッド部において研磨によって形成される面とは反対側の面を、スライダ部に対して接着してもよい。また、ウェハを除去する工程は、複数の再生ヘッドの上に支持板を配置した状態で、ウェハの他方の面を研磨してもよい。

本発明のその他の目的、特徴および利益は、以下の説明を以って十分明白になるであろう。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施の形態に係るスライダの斜視図である。

図 2 は、本発明の一実施の形態に係るスライダの底面図である。

図 3 は、本発明の一実施の形態における第 1 のスライダ部集合体を示す平面図である。

図 4 は、本発明の一実施の形態におけるスライダ部を作製する工程を説明するための断面図である。

図 5 は、図 4 に続く工程を説明するための断面図である。

図 6 は、図 5 に続く工程を説明するための断面図である。

図 7 は、図 6 に続く工程を説明するための断面図である。

図 8 は、図 7 に続く工程を説明するための断面図である。

図 9 は、図 8 に続く工程を説明するための断面図である。

図 10 は、本発明の一実施の形態における第 1 の再生ヘッド部集合体を示す平面図である。

図 11A および図 11B は、本発明の一実施の形態における再生ヘッド部を作製する工程を説明するための断面図である。

図 12A および図 12B は、図 11A および図 11B に続く工程を説明するための断面図である。

図 13A および図 13B は、図 12A および図 12B に続く工程を説明するための断面図である。

図 14A および図 14B は、図 13A および図 13B に続く工程を説明するための断面図である。

図 15A および図 15B は、図 14A および図 14B に続く工程を説明するための断面図である。

図 16 は、本発明の一実施の形態における再生ヘッド部の平面図である。

図 17 は、本発明の一実施の形態におけるスライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程を説明するための断面図である。

図 18 は、本発明の一実施の形態におけるスライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程を説明するための断面図である。



図 1 9 は、図 1 8 に続く工程を説明するための断面図である。

図 2 0 は、図 1 9 に続く工程を説明するための断面図である。

図 2 1 は、本発明の一実施の形態におけるスライダ集合体の研磨を行うための研磨装置の概略の構成を示す斜視図である。

図 2 2 は、図 2 1 に示した研磨装置の回路構成の一例を示すブロック図である。

図 2 3 は、本発明の一実施の形態におけるスライダをサスペンションに取り付ける工程を説明するための断面図である。

図 2 4 は、本発明の一実施の形態に係るスライダが取り付けられるヘッドジンバルアセンブリを示す斜視図である。

図 2 5 は、本発明の一実施の形態に係るスライダが用いられるハードディスク装置の要部を示す説明図である。

図 2 6 は、本発明の一実施の形態に係るスライダが用いられるハードディスク装置の平面図である。

図 2 7 は、記録媒体の回転時における本発明の一実施の形態に係るスライダの状態を示す断面図である。

図 2 8 は、記録媒体の静止時における本発明の一実施の形態に係るスライダの状態を示す断面図である。

図 2 9 は、本発明の一実施の形態における第 1 の変形例のスライダを示す断面図である。

図 3 0 は、本発明の一実施の形態における第 1 の変形例のスライダを示す断面図である。

図 3 1 は、本発明の一実施の形態における第 2 の変形例のスライダを示す断面図である。

図 3 2 は、スライダと記録媒体との位置関係を説明するための説明図である。

図 3 3 は、本発明の一実施の形態における第 3 の変形例のスライダを示す斜視図である。

図 3 4 は、関連技術の薄膜磁気ヘッド素子の断面図である。

図 3 5 は、関連技術の薄膜磁気ヘッド素子の断面図である。

図 3 6 は、関連技術の薄膜磁気ヘッド素子の平面図である。

図 3 7 は、関連技術のスライダのエアベアリング面の構成の一例を示す底面図である。

図 3 8 は、関連技術のスライダの斜視図である。

図 3 9 は、記録媒体が静止している状態における関連技術のスライダと記録媒体とを示す断面図である。

図 4 0 は、図 3 7 における上側から見た関連技術のスライダを示す正面図である。

図 4 1 は、記録媒体が停止している状態から回転を開始した直後における関連技術のスライダと記録媒体とを示す断面図である。

図 4 2 は、記録媒体の表面から浮上した状態の関連技術のスライダを示す断面図である。

#### 好適な実施の形態の詳細な説明

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

まず、図 1 および図 2 を参照して、本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッド用スライダ（以下、単にスライダと記す。）および薄膜磁気ヘッドの構成について説明する。図 1 は本実施の形態に係るスライダの斜視図、図 2 は本実施の形態に係るスライダの底面図である。本実施の形態に係るスライダは、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドを含んでいる。

本実施の形態に係るスライダ 2 0 は、スライダ部 2 1 と再生ヘッド部 2 2 とを備えている。スライダ部 2 1 の全体形状、再生ヘッド部 2 2 の全体形状およびスライダ 2 0 の全体形状は、それぞれほぼ直方体になっている。スライダ部 2 1 は、本発明における記録ヘッド部に対応する。

スライダ部 2 1 は、回転する記録媒体に対向する第 1 の媒体対向面 3 1 と、記録媒体の回転によって生じる空気流が流入する端部である空気流入端 4 1 と、記録ヘッド 2 3 とを有している。記録ヘッド 2 3 は、第 1 の媒体対向面 3 1 の近傍、且つスライダ部 2 1 と再生ヘッド部 2 2 の境界位置の近傍に配置されている。

再生ヘッド部 2 2 は、記録媒体に対向する第 2 の媒体対向面 3 2 と、記録媒体

の回転によって生じる空気流が流出する端部である空気流出端 4 2 と、再生ヘッド 2 4 とを有している。再生ヘッド 2 4 は、第 2 の媒体対向面 3 2 の近傍、且つスライダ部 2 1 と再生ヘッド部 2 2 の境界位置の近傍に配置されている。

スライダ部 2 1 と再生ヘッド部 2 2 は、第 1 の媒体対向面 3 1 と第 2 の媒体対向面 3 2 が連続し、且つ空気流入端 4 1 と空気流出端 4 2 とが第 1 の媒体対向面 3 1 および第 2 の媒体対向面 3 2 を挟んで反対側に配置されるように互いに接着されている。また、記録ヘッド 2 3 と再生ヘッド 2 4 は、互いに近接した位置に配置されている。本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、記録ヘッド 2 3 と再生ヘッド 2 4 とを含む。

第 1 の媒体対向面 3 1 は、記録媒体の回転時におけるスライダ部 2 1 の姿勢を制御するための凹凸を有している。具体的には、第 1 の媒体対向面 3 1 は、再生ヘッド部 2 2 に近い第 1 の面 3 3 と、空気流入端 4 1 に近い第 2 の面 3 4 と、第 1 の面 3 3 と第 2 の面 3 4 との間の境界部分 3 5 とを有している。第 1 の面 3 3 は、スライダ部 2 1 の幅方向の両側近傍に配置された 2 つの部分と、再生ヘッド部 2 2 側の端部近傍に配置された 1 つの部分とを含んでいる。第 2 の面 3 4 は、スライダ部 2 1 の幅方向の両側近傍に配置されて空気通過方向に延びると共に、第 1 の面 3 3 の上記 2 つの部分に接続された 2 つの部分を含んでいる。第 1 の媒体対向面 3 1 は、更に、第 2 の面 3 4 の 2 つの部分の間に配置されて空気通過方向に延びる部分を含む第 3 の面 3 6 を有している。

第 2 の面 3 4 は、第 1 の面 3 3 および第 2 の面 3 4 の形状が境界部分 3 5 において屈曲した凸形状（屋根形）になるように、第 1 の面 3 3 に対して傾斜している。第 1 の面 3 3 と第 2 の面 3 4 とのなす角度は  $30^{\circ}$  以下であることが好ましく、 $10^{\circ}$  以下であることがより好ましい。また、第 1 の面 3 3 と第 2 の面 3 4 とのなす角度は  $0.1^{\circ}$  以上であることが好ましい。

第 1 の面 3 3 および第 3 の面 3 6 は、スライダ部 2 1 における第 1 の媒体対向面 3 1 とは反対側の面に対して平行になっている。第 2 の面 3 4 と第 3 の面 3 6 との間には、第 2 の面 3 4 よりも第 3 の面 3 6 の方が記録媒体から離れるように段差がある。この段差は再生ヘッド部 2 2 に近い位置ほど大きくなるように連続的に変化している。言い換えると、第 2 の面 3 4 は第 3 の面 3 6 に対して傾いた

面になっている。第2の面34と第3の面36とのなす角度は、 $30^{\circ}$ 以下であることが好ましく、 $10^{\circ}$ 以下であることがより好ましい。また、第2の面34と第3の面36とのなす角度は $0.1^{\circ}$ 以上であることが好ましい。

第1の媒体対向面31のうち、境界部分35から再生ヘッド部22側の端部までの長さは、第1の媒体対向面31の再生ヘッド部22側の端部から空気流入端41までの長さの50%以下であることが好ましい。

本実施の形態に係るスライダ20では、第1の媒体対向面31における凹凸の形状に応じて、空気流によって、スライダ部21に対して記録媒体から離れる方向の力または記録媒体に近づく方向の力を与えることができる。従って、第1の媒体対向面31における凹凸の形状の設計によって、記録媒体の回転時におけるスライダ20の姿勢を制御することが可能である。

また、図1および図2には示していないが、スライダ20は、第1の媒体対向面31および第2の媒体対向面32を覆う保護層を備えていてもよい。この保護層は、例えばアルミナまたはダイヤモンドライクカーボンによって構成される。

次に、本実施の形態に係るスライダ20の製造方法と、記録ヘッド23および再生ヘッド24の構成について説明する。本実施の形態に係るスライダ20の製造方法は、スライダ部21を作製する工程と、スライダ部21とは別個に再生ヘッド部22を作製する工程と、スライダ部21と再生ヘッド部22とを接着する工程とを備えている。

始めに、スライダ部21を作製する工程について説明する。図3に示したように、スライダ部21を作製する工程は、第1のウェハの上に複数のスライダ部21に対応する複数の記録ヘッド23と複数の第1の媒体対向面31とを形成して、複数列に配列された複数のスライダ部21を含む第1のスライダ部集合体51Aを形成する工程と、第1のスライダ部集合体51Aを、図2において符号52で示した位置で切断して、1列に配列された複数のスライダ部21を含む第2のスライダ部集合体を形成する工程とを含む。第1のウェハは、シリコンで形成されていてもよいし、アルミニウムオキサイド・チタニウムカーバイド等のセラミックで形成されていてもよい。

以下、図4ないし図9を参照して、スライダ部21を作製する工程について詳

次に、絶縁層 2 の一部をエッチングして、絶縁層 2 に 2 つの開口部を形成する。次に、例えばめっき法によって、2 つの開口部内に選択的に、導電性材料よりなる 2 つの導体部 3 を形成する。導電性材料は、例えば Cu である。次に、例えば化学機械研磨（以下、CMP と記す。）によって、導体部 3 のうち開口部よりはみ出した余分な部分を除去し、絶縁層 2 および導体部 3 の上面を平坦化する。

次に、例えばめっき法によって、絶縁層 2 の上に磁性層 4 を形成する。このとき同時に、2 つの導体部 3 の上に 2 つの連結層 5 を形成する。磁性層 4 および連結層 5 の材料としては、導電性の磁性材料、例えばパーマロイ (NiFe) が用いられる。また、磁性層 4 および連結層 5 の厚みは、例えば  $3\ \mu\text{m}$  である。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層 6 を、例えば  $3\ \mu\text{m}$  の厚みに形成する。次に、例えば CMP によって、磁性層 4 および連結層 5 が露出するまで絶縁層 6 を研磨して、絶縁層 6 の表面を平坦化する。

次に、図 5 に示したように、磁性層 4 および絶縁層 6 の上面のうち、後で薄膜コイル 8 が形成される予定の位置に、絶縁膜 7 を形成する。次に、例えばめっき法によって、絶縁膜 7 の上に薄膜コイル 8 を形成する。薄膜コイル 8 の材料は例えば Cu である。薄膜コイル 8 の厚みは例えば  $1.5 \mu\text{m}$  である。薄膜コイル 8 の巻線の内側の端部および外側の端部は、それぞれ別個の連結層 5 に電氣的に接続される。これにより、薄膜コイル 8 の巻線の両端部は 2 つの導体部 3 に電氣的に接続される。

次に、例えばめっき法によって、磁性層 4 の上に磁性層 9, 10 を形成する。磁性層 9 は薄膜コイル 8 の外周端縁の外側に配置され、磁性層 10 は薄膜コイル 8 の内周端縁の内側に配置される。磁性層 9, 10 の材料は例えば  $\text{CoNiFe}$  である。磁性層 9, 10 の厚みは例えば  $3\ \mu\text{m}$  である。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層 11 を、例えば  $3\ \mu\text{m}$  の厚みに形成する。次に、例えば CMP によって、磁性層 9, 10 が露出するまで絶縁層 11 を研磨して、絶縁層 1

1の表面を平坦化する。

次に、図6に示したように、磁性層9の上に第1の磁極部分層12を形成すると共に、磁性層10および絶縁層11の上に磁性層13を形成する。磁性層13は、薄膜コイル8を挟んで磁性層4に対向する位置に配置される。また、第1の磁極部分層12と磁性層13とは、所定の間隔を開けて隔てられる。第1の磁極部分層12および磁性層13の材料としては、FeCo等の高飽和磁束密度材料を用いるのが好ましい。磁極部分層12および磁性層13の厚みは例えば1 $\mu$ mである。

次に、第1の磁極部分層12を覆うように、例えばアルミナよりなる記録ギャップ層14を形成する。記録ギャップ層14の厚みは例えば0.1 $\mu$ mである。次に、絶縁層11の上面のうちの第1の磁極部分層12と磁性層13との間の位置とその周辺に、第2の磁極部分層15を形成する。磁極部分層15の一部は、磁極部分層12の上の記録ギャップ層14の上に乗り上げ、磁極部分層15の他の一部は磁性層13の上に乗り上げる。磁極部分層15の材料としては、FeCo等の高飽和磁束密度材料を用いるのが好ましい。磁極部分層15の厚みは例えば1 $\mu$ mである。

次に、図7に示したように、次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層16を形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分層12、15が露出するまで絶縁層16を研磨して、絶縁層16の表面を平坦化する。研磨によって形成された面において、磁極部分層12、15は記録ギャップ層14を挟んで互いに対向する。

次に、磁極部分層12、15およびこれらの間の記録ギャップ層14の上に、記録トラック幅を規定するための図示しないエッチングマスクを形成する。このエッチングマスクは、例えば、フォトレジストよりなり、フォトリソグラフィによって形成される。

次に、図8に示したように、上記エッチングマスクを用いて、磁極部分層12、15および記録ギャップ層14の各一部をエッチングして、磁極部分層12、15および記録ギャップ層14の上面に、それぞれ記録トラック幅を規定する凸部を形成する。エッチングには、反応性イオンエッチングやイオンミリング等の

ドライエッチングが用いられる。エッチングの深さは、例えば $0.5\mu\text{m}$ 以上とする。各凸部の先端面の幅 $W$ （図2参照）は記録トラック幅となる。この記録トラック幅は、例えば $0.1\mu\text{m}$ 以下とする。

次に、全体に、例えばアルミナまたはダイヤモンドライクカーボンよりなる絶縁膜17を形成する。絶縁膜17の厚みは例えば $0.7\mu\text{m}$ である。次に、例えばCMPによって、磁極部分層12、15および記録ギャップ層14が露出するまで絶縁膜17を研磨して、絶縁膜17の表面を平坦化する。

次に、図8に示した積層体の上面に、スライダ部21の姿勢制御用の凹凸を形成するための、図示しないエッチングマスクを形成する。このエッチングマスクは、例えば、フォトレジストよりなり、フォトリソグラフィによって形成される。次に、上記エッチングマスクを用いて、上記積層体の上面をエッチングして、上記姿勢制御用の凹凸を形成する。このときのエッチングの深さは、例えば $2\sim 3\mu\text{m}$ とする。このエッチングによって、第1の媒体対向面31における第3の面36が形成される。

このようにして、第1のウェハ50の一方の面の上に、それぞれ記録ヘッド23を含む複数のスライダ部21が形成される。

次に、図9に示したように、複数のスライダ部21の上に支持板18を配置し、この支持板18をスライダ部21に貼り付ける。次に、例えばグラインダによって第1のウェハ50の他方の面（図8における下側の面）を研磨することによって第1のウェハ50を除去して、導体部3を露出させる。

以上のようにして、図3に示した第1のスライダ部集合体51Aが作製される。この第1のスライダ部集合体51Aは、図3において符号52で示した位置で切断される。これにより、1列に配列された複数のスライダ部21を含む第2のスライダ部集合体が形成される。スライダ部21において、磁極部分層12、15および記録ギャップ層14が露出した面は第1の媒体対向面31となる。また、スライダ部21において、導体部3が露出した面は、第1の媒体対向面31とは反対側に配置された背面19（図9参照）となる。

スライダ部21は、記録ヘッド23を収納する本体25を備えている。この本体25は、第1の媒体対向面31とこの第1の媒体対向面31とは反対側に配置

された背面 19 とを有している。本体 25 は、本発明における記録ヘッド部本体に対応する。記録ヘッド 23 は、背面 19 に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部 3 と、この導体部 3 に電氣的に接続された誘導型電磁変換素子とを有している。誘導型電磁変換素子は、導体部 3 に電氣的に接続された薄膜コイル 8 と、第 1 の媒体対向面 31 の近傍に配置され互いに対向する第 1 および第 2 の磁極部分層 12, 15 と、薄膜コイル 8 の一部を囲うように配置され、第 1 の磁極部分層 12 と第 2 の磁極部分層 15 とを連結する磁路形成部と、第 1 および第 2 の磁極部分層 12, 15 の間に設けられた記録ギャップ層 14 とを有している。磁路形成部は、磁性層 4, 9, 10, 13 によって形成される。

第 1 および第 2 の磁極部分層 12, 15 は、それぞれ記録トラック幅を規定する凸部を有し、各凸部の先端面は第 1 の媒体対向面 31 に露出している。また、第 1 および第 2 の磁極部分層 12, 15 の厚みはスロートハイトを規定する。

次に、再生ヘッド部 22 を作製する工程について説明する。図 10 に示したように、再生ヘッド部 22 を作製する工程は、第 2 のウェハの上に複数の再生ヘッド 24 を形成して、複数列に配列された複数の再生ヘッド部 22 を含む第 1 の再生ヘッド部集合体 61A を形成する工程と、第 1 の再生ヘッド部集合体 61A を、図 10 において符号 62 で示した位置で切断して、1 列に配列された複数の再生ヘッド部 22 を含む第 2 の再生ヘッド部集合体を作製する工程とを含む。第 2 のウェハは、シリコンで形成されていてもよいし、アルミニウムオキサイド・チタニウムカーバイド等のセラミックで形成されていてもよい。

以下、図 11A ないし図 15A、図 11B ないし図 15B を参照して、再生ヘッド部 22 を作製する工程について詳しく説明する。図 11A ないし図 15A、図 11B ないし図 15B はそれぞれ再生ヘッド部 22 を作製する工程を説明するための断面図である。図 11A ないし図 15A は後で形成される第 2 の媒体対向面 32 に垂直な断面を表し、図 11B ないし図 15B は第 2 の媒体対向面 32 に平行な断面を表している。

再生ヘッド部 22 を作製する工程では、まず、図 11A ないし図 11B に示したように、第 2 のウェハ 60 の一方の面の上に、例えばアルミナよりなる絶縁層 72 を形成する。絶縁層 72 の厚みは、例えば  $10\text{ }\mu\text{m}$  である。次に、絶縁層 7



2の一部をエッチングして、絶縁層72に2つの開口部を形成する。次に、例えばめっき法によって、2つの開口部内に選択的に、導電性材料よりなる2つの導体部73を形成する。なお、図11Aには1つの導体部73のみが示されている。導電性材料は、例えばCuである。次に、例えばCMPによって、導体部73のうち開口部よりはみ出した余分な部分を除去し、絶縁層72および導体部73の上面を平坦化する。

次に、例えばめっき法によって、絶縁層72の上に第1のシールド層74を形成する。このとき同時に、2つの導体部73の上に2つの連結層75を形成する。第1のシールド層74および連結層75の材料としては、導電性の磁性材料、例えばパーマロイ(NiFe)が用いられる。また、第1のシールド層74および連結層75の厚みは、例えば3 $\mu$ mである。

次に、図12Aないし図12Bに示したように、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層76を、例えば3 $\mu$ mの厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、第1のシールド層74および連結層75が露出するまで絶縁層76を研磨して、絶縁層76の表面を平坦化する。次に、第1のシールド層74を覆うように、アルミナ等の絶縁材料よりなる第1のシールドギャップ膜77を、例えば30nmの厚みに形成する。この第1のシールドギャップ膜77は、連結層75を覆わないように配置される。

次に、図13Aないし図13Bに示したように、第1のシールドギャップ膜77の上に、再生用のMR素子78を形成する。MR素子78には、AMR素子、GMR素子、あるいはTMR(トンネル磁気抵抗効果)素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることができる。次に、第1のシールドギャップ膜77の上に、MR素子78に電氣的に接続される一対の電極層79を形成する。この2つの電極層79は、それぞれ別個の連結層75に電氣的に接続される。これにより、MR素子78は2つの導体部73に電氣的に接続される。次に、MR素子78および電極層79を覆うように、アルミナ等の絶縁材料よりなる第2のシールドギャップ膜80を、例えば30nmの厚みに形成する。

次に、図14Aないし図14Bに示したように、第2のシールドギャップ膜80の上に、第2のシールド層81を形成する。第2のシールド層81の材料とし

ては、磁性材料、例えばパーマロイ（NiFe）が用いられる。また、第2のシールド層81の厚みは、例えば2 $\mu$ mである。第2のシールド層81は、第1のシールド層74に対向する位置に配置される。MR素子78は、第1のシールド層74と第2のシールド層81によって挟まれ、これらによってシールドされる。

次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層82を、例えば3 $\mu$ mの厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、第2のシールド層81が露出するまで絶縁層76を研磨して、絶縁層82の表面を平坦化する。

このようにして、第2のウェハ60の一方の面の上に、それぞれ再生ヘッド24を含む複数の再生ヘッド部22が形成される。

次に、図15Aないし図15Bに示したように、複数の再生ヘッド部22の上に支持板83を配置し、この支持板83を再生ヘッド部22に貼り付ける。次に、例えばグラインダによって第2のウェハ60の他方の面（図14Aおよび図14Bにおける下側の面）を研磨することによって第2のウェハ60の少なくとも一部を除去する。

以上のようにして、図10に示した第1の再生ヘッド部集合体61Aが作製される。この第1の再生ヘッド部集合体61Aは、図10において符号62で示した位置で切断される。これにより、1列に配列された複数の再生ヘッド部22を含む第2の再生ヘッド部集合体が形成される。図16は、再生ヘッド部22の平面図である。図16に示したように、再生ヘッド部22（第2の再生ヘッド部集合体）は、2つの切断面を有する。一方の切断面にはMR素子78が露出し、他方の切断面には導体層73が露出する。一方の切断面は、第2の媒体対向面32となる。他方の切断面は、第2の媒体対向面32とは反対側に配置された背面85となる。

図16に示したように、再生ヘッド部22は、再生ヘッド24を収納すると共に、第2の媒体対向面32とこの第2の媒体対向面32とは反対側に配置された背面85とを有する本体26を備えている。本体26は、本発明における再生ヘッド部本体に対応する。再生ヘッド24は、背面85に露出し、外部装置と電気的に接続される導体部73と、第2の媒体対向面32の近傍に配置され導体部7

3に電氣的に接続されたMR素子78とを有している。

次に、スライダ部21と再生ヘッド部22とを接着する工程について説明する。スライダ部21と再生ヘッド部22とを接着する工程では、図17に示したように、1列に配列された複数のスライダ部21を含む第2のスライダ部集合体51Bと、1列に配列された複数の再生ヘッド部22を含む第2の再生ヘッド部集合体61Bとを、接着剤86を用いて接着して、図18に示したような、1列に配列された複数のスライダ20を含むスライダ集合体90を作製する。

スライダ部21において再生ヘッド部22と接着される面は、第1のスライダ部集合体51Aを、図2において符号52で示した位置で切断することによって形成される2つの面のうち、記録ヘッド23に近い面である。一方、再生ヘッド部22においてスライダ部21と接着される面は、図15Aおよび図15Bに示した工程における研磨によって形成される面とは反対側の面である。

スライダ部21と再生ヘッド部22とを接着するための接着剤86としては、例えばセラミック系で熱硬化型の接着剤が用いられる。この場合、MR素子78を構成する一部の膜のように熱に対して弱い膜の破損を防止するために、接着剤86を300℃以下の温度で加熱して接着剤86を硬化させてスライダ部21と再生ヘッド部22とを接着することが好ましい。

本実施の形態に係るスライダの製造方法は、上述のようにスライダ部21と再生ヘッド部22を接着した後に、第1の媒体対向面31および第2の媒体対向面32が平坦化されるように、第1の媒体対向面31および第2の媒体対向面32を研磨する工程を備えている。この研磨は、図19に示したように、1列に配列された複数のスライダ20を含むスライダ集合体90における第1の媒体対向面31および第2の媒体対向面32とは反対側の面に支持板91を貼り付けて、第1の媒体対向面31および第2の媒体対向面32を研磨装置の定盤に接触させて行われる。このように第1の媒体対向面31および第2の媒体対向面32を研磨することにより、スライダ部21と再生ヘッド部22とを接着する際の両者の位置合わせの精度が低くても、第1の媒体対向面31および第2の媒体対向面32を平坦化することができる。

また、スライダ集合体90の研磨は、スライダ集合体90に含まれる複数の再

生ヘッド部 2 2 の MR 素子 7 8 の抵抗値を検出しながら、複数のスライダ 2 0 における MR ハイトおよびスロートハイトが等しくなるように行われる。

次に、図 2 0 に示したように、定盤に対するスライダ集合体 9 0 の姿勢を、第 1 の媒体対向面 3 1 および第 2 の媒体対向面 3 2 を研磨する際とは異ならせて、スライダ集合体 9 0 の研磨を行うことによって、第 1 の媒体対向面 3 1 の一部を研磨する。これにより、第 1 の媒体対向面 3 1 に、第 1 の面 3 3、第 2 の面 3 4 および境界部分 3 5 が形成される。第 1 の面 3 3 と第 2 の面 3 4 とのなす角度は、前述のように  $0.1^{\circ}$  以上、 $30^{\circ}$  以下であることが好ましい。ここでは、第 1 の面 3 3 と第 2 の面 3 4 とのなす角度を、 $0.1 \sim 1.0^{\circ}$  の範囲内の角度、例えば  $0.5^{\circ}$  とする。

ここで、図 2 1 および図 2 2 を参照して、スライダ集合体 9 0 に含まれる複数の再生ヘッド部 2 2 の MR 素子 7 8 の抵抗値を検出しながら、複数のスライダ 2 0 における MR ハイトおよびスロートハイトが等しくなるように、スライダ集合体 9 0 の研磨を行う方法の一例について説明する。

図 2 1 は、スライダ集合体 9 0 の研磨を行うための研磨装置の概略の構成を示す斜視図である。この研磨装置 1 5 1 は、テーブル 1 6 0 と、このテーブル 1 6 0 上に設けられた回転ラッピングテーブル 1 6 1 と、この回転ラッピングテーブル 1 6 1 の側方において、テーブル 1 6 0 上に設けられた支柱 1 6 2 と、この支柱 1 6 2 に対してアーム 1 6 3 を介して取り付けられた素材支持部 1 7 0 とを備えている。回転ラッピングテーブル 1 6 1 は、スライダ集合体 9 0 における第 1 の媒体対向面 3 1 および第 2 の媒体対向面 3 2 に当接するラッピングプレート（定盤）1 6 1 a を有している。

素材支持部 1 7 0 は、治具保持部 1 7 3 と、この治具保持部 1 7 3 の前方位置に等間隔に配設された 3 本の荷重付加棒 1 7 5 A、1 7 5 B、1 7 5 C とを有している。治具保持部 1 7 3 には、治具 1 8 0 が固定されるようになっている。治具 1 8 0 には、断面が長円形の孔からなる 3 つの荷重付加部が設けられている。荷重付加棒 1 7 5 A、1 7 5 B、1 7 5 C の各下端部には、それぞれ、治具 1 8 0 の各荷重付加部（孔）に挿入される断面が長円形の頭部を有する荷重付加ピンが設けられている。各荷重付加ピンは、それぞれ図示しないアクチュエータによ

って、上下方向、左右方向（治具 180 の長手方向）および回転方向に駆動されるようになっている。

治具 180 は、スライダ集合体 90 を保持する保持部を有している。この治具 180 では、3 つの荷重付加部に対して種々の方向の荷重を付加することにより、保持部およびスライダ集合体 90 が変形される。これにより、スライダ集合体 90 に含まれる複数のスライダ 20 における MR ハイトおよびスロートハイトの値を目標とする値となるように制御しながら、スライダ集合体 90 における第 1 の媒体対向面 31 および第 2 の媒体対向面 32 をラッピングすることが可能となる。

図 22 は、図 21 に示した研磨装置の回路構成の一例を示すブロック図である。この研磨装置は、治具 180 の各荷重付加部にそれぞれ 3 方向の荷重を付加するための 9 つアクチュエータ 191～199 と、スライダ集合体 90 内の複数の MR 素子 78 の抵抗値を監視してアクチュエータ 191～199 を制御する制御装置 186 と、図示しないコネクタを介して、スライダ集合体 90 内の複数の MR 素子 78 に接続され、これらの MR 素子 78 のいずれかを選択的に制御装置 186 に接続するマルチプレクサ 187 とを備えている。

この研磨装置では、制御装置 186 は、マルチプレクサ 187 を介してスライダ集合体 90 内の複数の MR 素子 78 の抵抗値を監視して、スライダ集合体 90 に含まれる複数のスライダ 20 における MR ハイトおよびスロートハイトが全て許容誤差の範囲内となるように、アクチュエータ 191～199 を制御する。

図 20 に示したように第 1 の媒体対向面 31 の研磨が終了したスライダ集合体 90 は切断され、これにより、互いに分離された複数のスライダ 20 が作製される。スライダ集合体 90 の切断は、スライダ集合体 90 に支持板 91 を取り付けられた状態で行ってもよいし、スライダ集合体 90 から支持板 91 を取り外した状態で行ってもよい。

次に、図 23 に示したように、スライダ 20 は、サスペンション 221 に取り付けられる。このサスペンション 221 は、それぞれ導体よりなりスライダ 20 の 2 つの導体部 3 に対向する位置に配置された 2 つの端子部 271 と、それぞれ導体よりなりスライダ 20 の 2 つの導体部 73 に対向する位置に配置された 2 つ

の端子部 272 とを有している。これらの端子部 271, 272 は、それぞれ図示しないリードの一端が接続されている。リードの他端は、外部装置に接続されるようになっている。

スライダ 20 の導体部 3, 73 と、サスペンション 221 の端子部 271, 272 とは、半田等の導電性接合剤 273 によって電気的および機械的に接続されるようになっている。また、これにより、スライダ 20 とサスペンション 221 とが機械的に結合されるようになっている。このように、本実施の形態では、スライダ 20 をサスペンション 221 に結合させる際に、同時にスライダ 20 の導体部 3, 73 とサスペンション 221 の端子部 271, 272 とが電気的に接続されるようにしている。これにより、スライダ 20 とサスペンション 221 との間に余分なリードを設ける必要がなくなり、その結果、記録ヘッド 23 および再生ヘッド 24 をより高い周波数で動作させることが可能になる。

次に、図 24 ないし図 26 を参照して、本実施の形態に係るスライダ 20 が取り付けられるヘッドジンバルアセンブリおよびハードディスク装置について説明する。まず、図 24 を参照して、ヘッドジンバルアセンブリ 220 について説明する。ハードディスク装置において、スライダ 20 は、回転駆動される円盤状の記録媒体であるハードディスク 262 に対向するように配置される。ヘッドジンバルアセンブリ 220 は、スライダ 20 と、このスライダ 20 を弾性的に支持するサスペンション 221 とを備えている。サスペンション 221 は、例えばステンレス鋼によって形成された板ばね状のロードビーム 222、このロードビーム 222 の一端部に設けられると共にスライダ 20 が接合され、スライダ 20 に適度な自由度を与えるフレクシャ 223 と、ロードビーム 222 の他端部に設けられたベースプレート 224 とを有している。ベースプレート 224 は、スライダ 20 をハードディスク 262 のトラック横断方向  $x$  に移動させるためのアクチュエータのアーム 230 に取り付けられるようになっている。アクチュエータは、アーム 230 と、このアーム 230 を駆動するボイスコイルモータとを有している。フレクシャ 223 において、スライダ 20 が取り付けられる部分には、スライダ 20 の姿勢を一定に保つためのジンバル部が設けられている。

ヘッドジンバルアセンブリ 220 は、アクチュエータのアーム 230 に取り付

けられる。1つのアーム230にヘッドジンバルアセンブリ220を取り付けたものはヘッドアームアセンブリと呼ばれる。また、複数のアームを有するキャリッジの各アームにヘッドジンバルアセンブリ220を取り付けたものはヘッドスタックアセンブリと呼ばれる。

図24は、ヘッドアームアセンブリの一例を示している。このヘッドアームアセンブリでは、アーム230の一端部にヘッドジンバルアセンブリ220が取り付けられている。アーム230の他端部には、ボイスコイルモータの一部となるコイル231が取り付けられている。アーム230の中間部には、アーム230を回動自在に支持するための軸234に取り付けられる軸受け部233が設けられている。

次に、図25および図26を参照して、ヘッドスタックアセンブリの一例とハードディスク装置について説明する。図25はハードディスク装置の要部を示す説明図、図26はハードディスク装置の平面図である。ヘッドスタックアセンブリ250は、複数のアーム252を有するキャリッジ251を有している。複数のアーム252には、複数のヘッドジンバルアセンブリ220が、互いに間隔を開けて垂直方向に並ぶように取り付けられている。キャリッジ251においてアーム252とは反対側には、ボイスコイルモータの一部となるコイル253が取り付けられている。ヘッドスタックアセンブリ250は、ハードディスク装置に組み込まれる。ハードディスク装置は、スピンドルモータ261に取り付けられた複数枚のハードディスク262を有している。各ハードディスク262毎に、ハードディスク262を挟んで対向するように2つのスライダ20が配置される。また、ボイスコイルモータは、ヘッドスタックアセンブリ250のコイル253を挟んで対向する位置に配置された永久磁石263を有している。

スライダ20を除くヘッドスタックアセンブリ250およびアクチュエータは、スライダ20を支持すると共にハードディスク262に対して位置決めする。

このハードディスク装置では、アクチュエータによって、スライダ20をハードディスク262のトラック横断方向に移動させて、スライダ20をハードディスク262に対して位置決めする。スライダ20に含まれる薄膜磁気ヘッドは、記録ヘッドによって、ハードディスク262に情報を記録し、再生ヘッドによっ

て、ハードディスク 262 に記録されている情報を再生する。

次に、図 27 および図 28 を参照して、本実施の形態に係るスライダ 20 の作用について説明する。図 27 は記録媒体 45 が回転しているときのスライダ 20 の状態を示す断面図、図 28 は記録媒体 45 が静止しているときのスライダ 20 の状態を示す断面図である。

図 27 に示したように、スライダ部 21 は、記録媒体 45 が回転している間は、記録媒体 45 の回転によって生じる空気流によって浮上して、記録媒体 45 の面から離れる。図 27 において、記録媒体 45 は左側へ進行する。一方、図 28 に示したように、スライダ部 21 は、記録媒体 45 が静止している間は、記録媒体 45 の面に接触する。

図 27 に示したように、記録媒体 45 が回転している間、第 1 の媒体対向面 31 の第 2 の面 34 は、境界部分 35 に近い位置ほど記録媒体 45 に近づくように記録媒体 45 の面に対して傾く。また、記録媒体 45 が回転している間、第 1 の媒体対向面 31 の第 1 の面 33 と第 2 の媒体対向面 32 は、記録媒体 45 の面に対してほぼ平行になる。記録媒体 45 が回転している間、第 2 の面 34 と記録媒体 45 の面とのなす角度は  $30^\circ$  以下であることが好ましく、 $10^\circ$  以下であることがより好ましい。また、第 2 の面 34 と記録媒体 45 の面とのなす角度は  $0.1^\circ$  以上であることが好ましい。記録媒体 45 が回転しているときの第 2 の面 34 と記録媒体 45 の面とのなす角度は、第 1 の媒体対向面 31 の凹凸の形状によって制御することができる。

以上説明したように、本実施の形態では、スライダ部 21 と再生ヘッド部 22 を別個に作製し、スライダ部 21 と再生ヘッド部 22 とを接着することによってスライダ 20 を完成させる。そのため、本実施の形態によれば、スライダ部 21 と再生ヘッド部 22 を、それぞれ一度に大量に作製することができる。特に、本実施の形態によれば、第 1 のウェハ 50 の上に、多数の記録ヘッド 23 および第 1 の媒体対向面 31 を同時に形成することができる。従来のスライダの製造方法では、複数の薄膜磁気ヘッド素子が形成されたウェハを切断して複数のバーを形成し、各バーを研磨して研磨面を形成し、更に、各バーの研磨面をエッチングして媒体対向面を形成していた。従って、本実施の形態に係るスライダ 20 および



その製造方法によれば、従来のスライダおよびその製造方法に比べて、大幅に少ない工程数で大量のスライダ 20 を製造することができ、スライダ 20 の製造コストを大幅に低減することができる。

また、本実施の形態では、第 1 のウェハ 50 上に形成された多数のスライダ部 21 において、第 1 および第 2 の磁極部分層 12, 15 は、第 1 の媒体対向面 31 となる面に露出する。そして、この面に露出した磁極部分層 12, 15 をエッチングすることによって、磁極部分層 12, 15 に対して、記録トラック幅を規定する凸部を形成する。従って、本実施の形態によれば、微小な記録トラック幅を正確に規定することが可能になる。

また、本実施の形態では、薄膜コイル 8 は、第 1 の媒体対向面 31 の近くで、第 1 の媒体対向面 31 に対してほぼ平行に配置される。従って、本実施の形態によれば、薄膜コイル 8 を効率よく冷却することが可能になる。その結果、本実施の形態によれば、薄膜コイル 8 が発生する熱によって磁極部分が記録媒体に近づくように突出することを防止でき、これにより、磁気スペースを小さくすることが可能になる。

ところで、本実施の形態では、記録媒体 45 の回転時に、第 2 の面 34 と記録媒体 45 との間には、スライダ部 21 を記録媒体 45 から遠ざける圧力が発生する。また、本実施の形態では、第 2 の面 34 と第 3 の面 36 との間の段差が、再生ヘッド部 22 に近い位置ほど大きくなるように連続的に変化しているので、記録媒体 45 の回転時に第 3 の面 36 と記録媒体 45 との間を通過する空気の体積は徐々に増加する。そのため、第 3 の面 36 と記録媒体 45 との間において、スライダ部 21 を記録媒体 45 に近づける負圧が発生する。この負圧により、記録媒体 45 の回転時に、特にスライダ部 21 のうち再生ヘッド部 22 に近い部分を記録媒体 45 に近づけることができる。その結果、本実施の形態に係るスライダ 20 によれば、磁気スペースを縮小することができる。第 1 の媒体対向面 31 の凹凸の形状を適切に設計することによって、本実施の形態に係るスライダ 20 は、磁気スペースの縮小に関して、図 38 に示したように媒体対向面が互いに段差のある 3 つの面を有するスライダ 120 と同等以上の性能を発揮することが可能である。

ところで、図38に示したように互いに段差のある3つの面を有する媒体対向面では、段差のある面121bと面121cとによって負圧を発生させる。これに対し、本実施の形態では、途中に段差のない第3の面36によって負圧を発生させる。従って、本実施の形態によれば、図38に示したスライダ120に比べて、スライダ20と記録媒体45との間を通過する空気の流れがスムーズになる。その結果、本実施の形態によれば、記録媒体45の回転時におけるスライダ20の姿勢の制御が容易になる。

また、本実施の形態において、記録媒体45が回転状態から静止状態に移行する際に、スライダ部21が記録媒体45の面に対して接触を開始する時には、境界部分35が最初に記録媒体45の面に接触する。また、記録媒体45が静止状態から回転状態に移行する際に、スライダ部21が記録媒体45の面から離れる時には、境界部分35が最後に記録媒体45の面から離れる。このように、境界部分35は、飛行機の車輪のような機能を有する。

このように、本実施の形態に係るスライダ20では、スライダ部21は境界部分35において記録媒体45の面に接触する。そのため、従来のスライダに比べて、スライダ部21と記録媒体45の面との接触面積が非常に小さくなり、スライダ部21と記録媒体45の面との摩擦抵抗も非常に小さくなる。従って、本実施の形態に係るスライダ20によれば、記録媒体45の面に対するスライダ部21の接触の開始と、記録媒体45の面からのスライダ部21の分離とを円滑に行うことができる。その結果、本実施の形態によれば、スライダ20と記録媒体45との衝突によって記録媒体45や薄膜磁気ヘッドの損傷が生じることを防止することができる。

更に、本実施の形態に係るスライダ20によれば、従来のスライダに比べて、記録媒体45の静止時におけるスライダ部21と記録媒体45の面との接触面積が非常に小さくなる。従って、スライダ20と記録媒体45とが吸着することを防止することができる。

また、本実施の形態に係るスライダ20では、図27に示したように、記録媒体45が回転している間、第1の媒体対向面31の第2の面34は、空気流入端41に近い位置ほど記録媒体45から離れるように記録媒体45の面に対して傾

く。その結果、記録ヘッド23および再生ヘッド24は記録媒体45の面に接近する。そのため、本実施の形態に係るスライダ20によれば、記録媒体45が回転している間、記録ヘッド23および再生ヘッド24を記録媒体45の面の近くに配置しながら、第2の面34を、記録ヘッド23および再生ヘッド24に比べて記録媒体45から離すことができる。従って、本実施の形態によれば、磁気スペースをより縮小しながら、スライダ20と記録媒体45との衝突を防止することができる。

以上のことから、本実施の形態に係るスライダ20によれば、スライダ20と記録媒体45との衝突によって記録媒体45、記録ヘッド23または再生ヘッド24が損傷することや、スライダ20と記録媒体45とが吸着することを防止しながら、磁気スペースを縮小することができる。

また、本実施の形態によれば、磁気スペースの縮小により、記録ヘッド23におけるオーバーライト特性や非線形トランジションシフトを向上させることが可能になる。また、本実施の形態によれば、磁気スペースの縮小により、再生ヘッド24における再生出力の向上や半値幅の縮小が可能になり、その結果、記録密度を向上させることができる。

このように、本実施の形態によれば、記録ヘッド23および再生ヘッド24の双方の特性を向上させることができ、その結果、本実施の形態に係るスライダ20を用いるハードディスク装置の歩留りを向上させることができる。

ところで、図38に示したように互いに段差のある3つの面を有する媒体対向面を形成するには、2回のエッチングマスクを形成する工程と、2回のエッチング工程が必要になる。これに対し、本実施の形態では、エッチングマスクを形成する工程とエッチング工程は1回ずつで済む。その代わり、本実施の形態では、図38に示したような媒体対向面を形成する場合に比べて、第1の媒体対向面31の研磨工程が1回多く必要になる。しかし、第1の媒体対向面31の研磨工程は、エッチングマスクを形成し、更にエッチングする工程に比べると簡単である。従って、本実施の形態によれば、図38に示したような媒体対向面を形成する場合に比べて、第1の媒体対向面31の形成工程が簡単になり、その結果、スライダ20の製造コストを低減することができる。

また、本実施の形態では、スライダの媒体対向面にクラウンやキャンバを形成する場合に比べて、第1の媒体対向面31の形成を容易に行うことができると共に、クラウンやキャンバを形成する場合における不具合の発生がない。従って、本実施の形態によれば、スライダの媒体対向面にクラウンやキャンバを形成する場合に比べて、第1の媒体対向面31の形状を正確に決定でき、スライダ20の歩留りを向上させることができ、スライダ20の製造コストを低減することができ、更にこれらのことから量産性に優れている。

また、本実施の形態において、第1の媒体対向面31のうち、境界部分35から再生ヘッド部22側の端部までの長さは、第1の媒体対向面31の再生ヘッド部22側の端部から空気流入端41までの長さの50%以下であることが好ましい。これにより、記録媒体45の回転時に、スライダ部21全体のうち、記録媒体45の面に接近する部分（境界部分35から再生ヘッド部22側の端部までの部分）の長さが、記録媒体45の面から離れる部分（第2の面34）の長さ以下になり、スライダ20と記録媒体45との衝突をより確実に防止することができる。

ところで、本実施の形態では、スライダ部21と再生ヘッド部22とを接着してスライダ20を構成している。そのため、スライダ20において、スライダ部21と再生ヘッド部22の接着部分は、他の部分に比べて強度的に弱い。従って、スライダ20の破損を防止するために、スライダ部21と再生ヘッド部22の接着部分に外力が加わらないようにするのが好ましい。本実施の形態に係るスライダ20では、境界部分35において記録媒体45の面に接触する。そのため、スライダ部21と再生ヘッド部22の接着部分は記録媒体45の面に接触しない。従って、本実施の形態によれば、スライダ部21と再生ヘッド部22の接着部分に記録媒体45によって外力が加えられることによるスライダ20の破損を防止することができる。

以下、本実施の形態に係るスライダ20の3つの変形例について説明する。図29および図30は、第1の変形例のスライダ20を示している。図29は記録媒体45が回転しているときのスライダ20を示す断面図、図30は記録媒体45が静止しているときのスライダ20を示す断面図である。第1の変形例のスラ

イダ 20 では、再生ヘッド部 22 における第 2 の媒体対向面 32 のスライダ部 21 から離れた端部が空気流入端 41 になり、スライダ部 21 における第 1 の媒体対向面 31 の再生ヘッド部 22 から離れた端部が空気流出端 42 になっている。

また、第 1 の変形例のスライダ 20 では、第 1 の媒体対向面 31 の第 2 の面 34 は、スライダ部 21 における第 1 の媒体対向面 31 とは反対側の面および第 3 の面 36 に対して平行になっている。また、第 1 の変形例では、第 1 の面 33 および第 2 の面 34 の形状が境界部分 35 において屈曲した凸形状（屋根形）になるように、第 1 の面 33 は第 2 の面 34 に対して傾斜している。第 1 の面 33 と第 2 の面 34 とのなす角度は  $30^{\circ}$  以下であることが好ましく、 $10^{\circ}$  以下であることがより好ましい。また、第 1 の面 33 と第 2 の面 34 とのなす角度は  $0^{\circ}$ 、 $1^{\circ}$  以上であることが好ましい。

また、第 1 の変形例のスライダ 20 では、第 2 の媒体対向面 32 は、第 1 の媒体対向面 31 の第 1 の面 33 に連続するように形成され、且つ空気流入端 41 に近い位置ほど記録媒体 45 から離れるように湾曲した面になっている。

第 1 の変形例のスライダ 20 では、図 29 に示したように、スライダ部 21 は、記録媒体 45 が回転している間は、記録媒体 45 の回転によって生じる空気流によって浮上して、記録媒体 45 の面から離れる。図 29 において、記録媒体 45 は右側へ進行する。記録媒体 45 の回転時において、再生ヘッド 24 と記録媒体 45 の面との間の距離は、例えば  $5 \sim 8 \text{ nm}$  である。一方、図 30 に示したように、スライダ部 21 は、記録媒体 45 が静止している間は、記録媒体 45 の面に接触する。

第 1 の変形例のスライダ 20 では、記録媒体 45 が回転状態から静止状態に移行する際に、スライダ部 21 が記録媒体 45 の面に対して接触を開始する時には、境界部分 35 が最初に記録媒体 45 の面に接触する。また、記録媒体 45 が静止状態から回転状態に移行する際に、スライダ部 21 が記録媒体 45 の面から離れる時には、境界部分 35 が最後に記録媒体 45 の面から離れる。

第 1 の変形例のスライダ 20 の製造方法では、図 20 に示した工程で第 1 の媒体対向面 31 の一部を研磨して第 2 の面 34 を形成する代わりに、第 1 の媒体対向面 31 の一部と第 2 の媒体対向面 32 とを研磨して、第 1 の媒体対向面 31 の

第1の面33と第2の媒体対向面32の形状を決定する。

第1の変形例のスライダ20のその他の構成および第1の変形例のスライダ20の製造方法におけるその他の工程は、図1および図2に示したスライダ20の場合と同様である。

図31は、第2の変形例のスライダ20を示す断面図である。第2の変形例のスライダ20では、スライダ部21における第1の媒体対向面31の再生ヘッド部22から離れた端部が空気流入端41になり、再生ヘッド部22における第2の媒体対向面32のスライダ部21から離れた端部が空気流出端42になっている。

第2の変形例のスライダ20では、第1の媒体対向面31の第2の面34は、図1および図2に示したスライダ20と同様に、第3の面36に対して傾斜している。また、第2の変形例のスライダ20では、第1の媒体対向面31の第1の面33は、第1の変形例と同様に第3の面36に対して傾斜している。その結果、第1の面33と第2の面34は、第1の面33および第2の面34の形状が境界部分35において屈曲した凸形状（屋根形）になるように、互いに傾斜している。第1の面33と第2の面34とのなす角度は $30^{\circ}$ 以下であることが好ましく、 $10^{\circ}$ 以下であることがより好ましい。また、第1の面33と第2の面34とのなす角度は $0.1^{\circ}$ 以上であることが好ましい。

また、第2の変形例のスライダ20では、第1の変形例と同様に、第2の媒体対向面32は、第1の媒体対向面31の第1の面33に連続するように形成され、且つ空気流入端41に近い位置ほど記録媒体45から離れるように湾曲した面になっている。

図31に示したように、第2の変形例のスライダ20は、記録媒体45が回転している間および記録媒体45が静止している間のいずれにおいても、スライダ部21が境界部分35において記録媒体45の面に接触する。また、記録媒体45が回転している間、第1の媒体対向面31の第2の面34は、空気流入端41に近い位置ほど記録媒体45から離れるように記録媒体45の面に対して傾き、第1の媒体対向面31の第1の面33と第2の媒体対向面32は、空気流出端42に近い位置ほど記録媒体45から離れるように記録媒体45の面に対して傾く

。また、記録媒体45が静止している間、第1の媒体対向面31の第1の面33と第2の面34の一方は、記録媒体45の面に接触していてもよい。

第2の変形例のスライダ20では、記録媒体45が回転している間もスライダ20が記録媒体45の面に接触しているので、磁気スペースをより縮小することができる。また、第2の変形例のスライダ20では、スライダ部21が常に記録媒体45の面に接触しているので、スライダ部21が記録媒体45の面に接触したり離れたりすることによるスライダ部21と記録媒体45との衝突の発生を防止することができる。

第2の変形例のスライダ20の製造方法では、図20に示した工程で第1の媒体対向面31の一部を研磨して第2の面34を形成した後に、更に、第1の媒体対向面31の他の一部と第2の媒体対向面32を研磨して、第1の面33および第2の媒体対向面32の形状を決定する。

第2の変形例のスライダ20のその他の構成および第2の変形例のスライダ20の製造方法におけるその他の工程は、図1および図2に示したスライダ20または第1の変形例のスライダ20の場合と同様である。

ここで、図32を参照して、スライダ20と記録媒体45との位置関係について説明する。図32において、符号46で示す矢印は記録媒体45の回転方向を表し、符号47で示す矢印は空気流の方向を表している。図1および図2に示したスライダ20および第2の変形例のスライダ20は、図32において下側に描かれたスライダ20のように配置される。すなわち、このスライダ20では、スライダ部21が空気流の上流側に配置され、再生ヘッド部22が空気流の下流側に配置される。これに対し、第1の変形例のスライダ20は、図32において上側に描かれたスライダ20のように配置される。すなわち、このスライダ20では、再生ヘッド部22が空気流の上流側に配置され、スライダ部21が空気流の下流側に配置される。

図33は、第3の変形例のスライダ20を示す斜視図である。第3の変形例のスライダ20では、第1の媒体対向面31は、境界部分35を含む領域において形成された複数の凹部38を有している。第3の変形例のスライダ20のその他の構成は、図1および図2に示したスライダ20と同様である。

凹部 38 は、第 1 の媒体対向面 31 および第 2 の媒体対向面 32 を形成する絶縁層または保護層をエッチングすることによって形成される。第 3 の変形例の製造方法におけるその他の工程は、図 1 および図 2 に示したスライダ 20 の場合と同様である。

第 3 の変形例のスライダ 20 は、図 1 および図 2 に示したスライダ 20 と同様に、記録媒体 45 の回転時には記録媒体 45 の面から離れ、記録媒体 45 の静止時には記録媒体 45 の面に接触するものでもよいし、第 2 の変形例と同様に、記録媒体 45 の回転時および静止時のいずれにおいても、スライダ部 21 が境界部分 35 において記録媒体 45 の面に接触するものでもよい。

第 3 の変形例のスライダ 20 によれば、凹部 38 がいない場合に比べて、スライダ部 21 と記録媒体 45 の面との接触面積が小さくなり、スライダ部 21 と記録媒体 45 の面との摩擦抵抗を小さくすることができる。

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、本発明のスライダは、スライダ部と再生ヘッド部が接着されて構成されたスライダであれば、媒体対向面が図 38 に示したように互いに段差のある 3 つの面を有するスライダも含む。

以上説明したように、本発明の第 1 の薄膜磁気ヘッドは、第 1 の媒体対向面と記録ヘッドとを有する記録ヘッド部と、第 2 の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、これらが互いに接着されて構成される。そのため、本発明によれば、記録ヘッド部と再生ヘッド部は、それぞれ一度に大量に作製することが可能である。従って、本発明によれば、少ない工程数で大量の薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になる。

また、本発明の第 1 の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、第 1 の媒体対向面と記録ヘッドとを有する記録ヘッド部と、第 2 の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを別個に作製し、これらを接着して、薄膜磁気ヘッドを完成させる。そのため、本発明によれば、記録ヘッド部と再生ヘッド部は、それぞれ一度に大量に作製することが可能である。従って、本発明によれば、少ない工程数で大量の薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になる。

また、本発明の第 2 の薄膜磁気ヘッドは、導体部と誘導型電磁変換素子と本体



とを備えている。本体は媒体対向面と背面とを有している。導体部は背面に露出し、誘導型電磁変換素子は導体部上に積層されている。誘導型電磁変換素子は、第1および第2の磁極部分層と、これらの間に設けられたギャップ部とを有している。第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、凸部は媒体対向面に露出する先端面を含む。第1および第2の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定する。本発明によれば、それぞれ誘導型電磁変換素子および媒体対向面を含む多数の薄膜磁気ヘッドを同時に作製することが可能になる。従って、本発明によれば、少ない工程数で大量の薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になる。

また、本発明の第2の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、導体部を形成し、この導体部上に誘導型電磁変換素子を積層する。誘導型電磁変換素子は、第1および第2の磁極部分層と、これらの間に設けられたギャップ部とを有している。第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、凸部は媒体対向面に露出する先端面を含む。第1および第2の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定する。本発明によれば、それぞれ誘導型電磁変換素子および媒体対向面を含む多数の薄膜磁気ヘッドを同時に作製することが可能になる。従って、本発明によれば、少ない工程数で大量の薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になる。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダは、第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有するスライダ部と、第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、これらが接着されて構成される。そのため、本発明によれば、スライダ部と再生ヘッド部をそれぞれ一度に大量に作製することが可能になる。従って、本発明によれば、少ない工程数でスライダを製造することが可能になる。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダにおいて、第1の媒体対向面は、再生ヘッド部に近い第1の面と、再生ヘッド部から離れた第2の面と、第1の面と第2の面との間の境界部分とを有し、第1の面および第2の面の形状が境界部分において屈曲した凸形状になるように、第1の面と第2の面は互いに傾斜していてもよい。この場合には、スライダ部が記録媒体の面に接触する際には、境界部分が記録媒体の面に接触する。従って、この場合には、スライダと記録媒体との

衝突によって記録媒体や薄膜磁気ヘッドが損傷することや、スライダと記録媒体とが吸着することを防止しながら、磁気スペースを縮小することが可能になる。また、スライダ部と再生ヘッド部の接着部分が記録媒体の面に接触しないので、スライダ部と再生ヘッド部の接着部分に記録媒体によって外力が加えられることによるスライダの破損を防止することができる。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法では、第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有するスライダ部と、第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを別個に作製し、これらを接着してスライダを完成させる。そのため、本発明によれば、スライダ部と再生ヘッド部をそれぞれ一度に大量に作製することが可能になる。従って、本発明によれば、少ない工程数でスライダを製造することが可能になる。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程の後で、第1の媒体対向面および第2の媒体対向面が平坦化されるように、第1の媒体対向面および第2の媒体対向面を研磨する工程を備えていてもよい。この場合には、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する際の両者の位置合わせの精度が低くても、第1の媒体対向面および第2の媒体対向面を平坦化することができる。

また、本発明の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程の後で、第1の媒体対向面が、再生ヘッド部に近い第1の面と、再生ヘッド部から離れた第2の面と、第1の面と第2の面との間の境界部分とを有し、第1の面と第2の面が互いに傾斜して、第1の面および第2の面の形状が境界部分において屈曲した凸形状になるように、第1の媒体対向面を研磨する工程を備えていてもよい。この製造方法によって製造されるスライダでは、スライダ部が記録媒体の面に接触する際には、境界部分が記録媒体の面に接触する。従って、この場合には、スライダと記録媒体との衝突によって記録媒体や薄膜磁気ヘッドが損傷することや、スライダと記録媒体とが吸着することを防止しながら、磁気スペースを縮小することが可能になる。また、スライダ部と再生ヘッド部の接着部分が記録媒体の面に接触しないので、スライダ部と再生ヘッド部の接着部分に記録媒体によって外力が加えられることによるスライダの破損を

防止することができる。

以上の説明に基づき、本発明の種々の態様や変形例を実施可能であることは明らかである。従って、以下の請求の範囲の均等の範囲において、上記の最良の形態以外の形態でも本発明を実施することが可能である。

206270"94625007

## クレーム

1. 記録媒体に対向する第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有する記録ヘッド部と、

前記記録媒体に対向する第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、

前記記録ヘッド部と前記再生ヘッド部は、前記第1の媒体対向面と第2の媒体対向面が連続するように互いに接着されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

2. 前記記録ヘッド部は、前記記録ヘッドを収納すると共に、前記第1の媒体対向面と、前記第1の媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有する記録ヘッド部本体を備え、

前記記録ヘッドは、前記背面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部と、前記導体部に電氣的に接続された誘導型電磁変換素子とを有し、

前記誘導型電磁変換素子は、前記導体部に電氣的に接続された薄膜コイルと、前記第1の媒体対向面の近傍に配置され互いに対向する第1および第2の磁極部分層と、前記薄膜コイルの一部を囲うように配置され、前記第1の磁極部分層と第2の磁極部分層とを連結する磁路形成部と、前記第1および第2の磁極部分層の間に設けられたギャップ部とを有し、

前記第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、前記凸部は前記第1の媒体対向面に露出する先端面を含み、

前記第1および第2の磁極部分層の厚みはスロットハイトを規定することを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

3. 前記再生ヘッド部は、前記再生ヘッドを収納すると共に、前記第2の媒体対向面と、前記第2の媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有する再生ヘッド部本体を備え、

前記再生ヘッドは、前記背面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部と、前記第2の媒体対向面の近傍に配置され前記導体部に電氣的に接続された磁

気抵抗効果素子とを有することを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

4. 記録媒体に対向する第 1 の媒体対向面と記録ヘッドとを有する記録ヘッド部と、前記記録媒体に対向する第 2 の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、前記記録ヘッド部と前記再生ヘッド部は、前記第 1 の媒体対向面と第 2 の媒体対向面が連続するように互いに接着されている薄膜磁気ヘッドを製造する方法であって、

前記記録ヘッド部を作製する工程と、

前記記録ヘッド部とは別個に前記再生ヘッド部を作製する工程と、

前記記録ヘッド部と前記再生ヘッド部とを接着する工程と

を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

5. 前記記録ヘッド部を作製する工程は、第 1 のウェハの上に複数の記録ヘッドを形成する工程を含み、前記再生ヘッド部を作製する工程は、第 2 のウェハの上に複数の再生ヘッドを形成する工程を含むことを特徴とする請求項 4 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

6. 前記記録ヘッド部は、前記記録ヘッドを収納すると共に、前記第 1 の媒体対向面と、前記第 1 の媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有する記録ヘッド部本体を備え、

前記記録ヘッド部を作製する工程は、

前記背面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部を形成する工程と、

前記導体部に電氣的に接続された薄膜コイルと、前記第 1 の媒体対向面の近傍に配置され互に対向する第 1 および第 2 の磁極部分層と、前記薄膜コイルの一部を囲うように配置され、前記第 1 の磁極部分層と第 2 の磁極部分層とを連結する磁路形成部と、前記第 1 および第 2 の磁極部分層の間に設けられたギャップ部とを有する誘導型電磁変換素子を形成する工程とを含み、

前記第 1 および第 2 の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、前記凸部は前記第 1 の媒体対向面に露出する先端面を含み、

前記第 1 および第 2 の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定することを特徴とする請求項 4 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

7. 前記再生ヘッド部は、前記再生ヘッドを収納すると共に、前記第 2 の媒体対向面と、前記第 2 の媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有する再生ヘッド部本体を備え、

前記再生ヘッド部を作製する工程は、

前記背面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部を形成する工程と、

前記第 2 の媒体対向面の近傍に配置され前記導体部に電氣的に接続された磁気抵抗効果素子を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 4 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

8. 外部装置と電氣的に接続される導体部と、前記導体部に電氣的に接続された誘導型電磁変換素子と、前記導体部および誘導型電磁変換素子を収納する本体とを備えた薄膜磁気ヘッドであって、

前記本体は、記録媒体に対向する媒体対向面と、この媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有し、

前記導体部は前記背面に露出し、

前記誘導型電磁変換素子は前記導体部上に積層され、

前記誘導型電磁変換素子は、前記導体部に電氣的に接続された薄膜コイルと、前記媒体対向面の近傍に配置され互いに対向する第 1 および第 2 の磁極部分層と、前記薄膜コイルの一部を囲うように配置され、前記第 1 の磁極部分層と第 2 の磁極部分層とを連結する磁路形成部と、前記第 1 および第 2 の磁極部分層の間に設けられたギャップ部とを有し、

前記第 1 および第 2 の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、前記凸部は前記媒体対向面に露出する先端面を含み、

前記第 1 および第 2 の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

9. 外部装置と電氣的に接続される導体部と、前記導体部に電氣的に接続された誘導型電磁変換素子と、前記導体部および誘導型電磁変換素子を収納する本体とを備え、前記本体は、記録媒体に対向する媒体対向面と、この媒体対向面とは反対側に配置された背面とを有し、前記導体部は前記背面に露出する薄膜磁気ヘッドを製造する方法であって、

前記導体部を形成する工程と、

前記導体部に電氣的に接続された薄膜コイルと、前記第1の媒体対向面の近傍に配置され互いに対向する第1および第2の磁極部分層と、前記薄膜コイルの一部を囲うように配置され、前記第1の磁極部分層と第2の磁極部分層とを連結する磁路形成部と、前記第1および第2の磁極部分層の間に設けられたギャップ部とを有する前記誘導型電磁変換素子を、前記導体部上に積層されるように形成する工程とを含み、

前記第1および第2の磁極部分層は記録トラック幅を規定する凸部を有し、前記凸部は前記媒体対向面に露出する先端面を含み、

前記第1および第2の磁極部分層の厚みはスロートハイトを規定することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

10. 回転する記録媒体に対向する第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有するスライダ部と、

前記記録媒体に対向する第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、

前記第1の媒体対向面は、前記記録媒体の回転時における前記スライダ部の姿勢を制御するための凹凸を有し、

前記スライダ部と前記再生ヘッド部は、前記第1の媒体対向面と第2の媒体対向面が連続するように互いに接着されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド用スライダ。

11. 前記記録ヘッドは誘導型電磁変換素子を含み、前記再生ヘッドは磁気抵抗効果素子を含むことを特徴とする請求項10記載の薄膜磁気ヘッド用スライダ。

1 2. 前記第 1 の媒体対向面は、前記再生ヘッド部に近い第 1 の面と、前記再生ヘッド部から離れた第 2 の面と、前記第 1 の面と第 2 の面との間の境界部分とを有し、前記第 1 の面および前記第 2 の面の形状が前記境界部分において屈曲した凸形状になるように、前記第 1 の面と前記第 2 の面は互いに傾斜していることを特徴とする請求項 1 0 記載の薄膜磁気ヘッド用スライダ。

1 3. 前記第 1 の面と第 2 の面の少なくとも一方は、前記記録媒体が回転している間、前記境界部分に近い位置ほど記録媒体に近づくように記録媒体の面に対して傾くことを特徴とする請求項 1 2 記載の薄膜磁気ヘッド用スライダ。

1 4. 前記スライダ部は、前記記録媒体が静止している間は記録媒体の面に接触し、前記記録媒体が回転している間は記録媒体の面から離れることを特徴とする請求項 1 2 記載の薄膜磁気ヘッド用スライダ。

1 5. 前記スライダ部は、前記記録媒体の面に対して接触を開始する時に、前記境界部分が最初に記録媒体の面に接触することを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド用スライダ。

1 6. 前記スライダ部は、前記記録媒体の面から離れる時に、前記境界部分が最後に記録媒体の面から離れることを特徴とする請求項 1 4 記載の薄膜磁気ヘッド用スライダ。

1 7. 前記記録媒体が回転している間および前記記録媒体が静止している間のいずれにおいても、前記スライダ部は前記境界部分において記録媒体の面に接触し、且つ前記第 1 の面および第 2 の面は記録媒体の面に対して傾くことを特徴とする請求項 1 2 記載の薄膜磁気ヘッド用スライダ。

1 8. 前記第 1 の媒体対向面は、前記境界部分を含む領域において形成された凹部を有することを特徴とする請求項 1 2 記載の薄膜磁気ヘッド用スライダ。



19. 回転する記録媒体に対向する第1の媒体対向面と記録ヘッドとを有するスライダ部と、前記記録媒体に対向する第2の媒体対向面と再生ヘッドとを有する再生ヘッド部とを備え、前記第1の媒体対向面は、前記記録媒体の回転時における前記スライダ部の姿勢を制御するための凹凸を有し、前記スライダ部と前記再生ヘッド部は、前記第1の媒体対向面と第2の媒体対向面が連続するように互いに接着されている薄膜磁気ヘッド用スライダを製造する方法であって、

前記スライダ部を作製する工程と、

前記スライダ部とは別個に前記再生ヘッド部を作製する工程と、

前記スライダ部と前記再生ヘッド部とを接着する工程と

を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

20. 前記記録ヘッドは誘導型電磁変換素子を含み、前記再生ヘッドは磁気抵抗効果素子を含むことを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

21. 前記スライダ部を作製する工程は、第1のウェハの上に複数の記録ヘッドを形成する工程を含み、前記再生ヘッド部を作製する工程は、第2のウェハの上に複数の再生ヘッドを形成する工程を含むことを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

22. 前記スライダ部を作製する工程は、第1のウェハの上に複数の記録ヘッドと複数の第1の媒体対向面とを形成して、複数列に配列された複数のスライダ部を含む第1のスライダ部集合体を形成する工程と、前記第1のスライダ部集合体を切断して、1列に配列された複数のスライダ部を含む第2のスライダ部集合体を形成する工程とを含み、

前記再生ヘッド部を作製する工程は、第2のウェハの上に複数の再生ヘッドを形成して、複数列に配列された複数の再生ヘッド部を含む第1の再生ヘッド部集合体を形成する工程と、前記第1の再生ヘッド部集合体を切断して、1列に配列

された複数の再生ヘッド部を含む第2の再生ヘッド部集合体を作製する工程とを含み、

前記スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程は、前記第2のスライダ部集合体と前記第2の再生ヘッド部集合体とを接着して、1列に配列された複数の薄膜磁気ヘッド用スライダを含むスライダ集合体を作製する工程を含み、

薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法は、更に、前記スライダ集合体を切断して互いに分離された複数の薄膜磁気ヘッド用スライダを作製する工程を備えたことを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

23. 更に、前記スライダ部と前記再生ヘッド部とを接着する工程の後で、前記第1の媒体対向面および第2の媒体対向面が平坦化されるように、前記第1の媒体対向面および第2の媒体対向面を研磨する工程を備えたことを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

24. 更に、前記スライダ部と前記再生ヘッド部とを接着する工程の後で、第1の媒体対向面が、前記再生ヘッド部に近い第1の面と、前記再生ヘッド部から離れた第2の面と、前記第1の面と第2の面との間の境界部分とを有し、前記第1の面と前記第2の面が互いに傾斜して、前記第1の面および前記第2の面の形状が前記境界部分において屈曲した凸形状になるように、前記第1の媒体対向面を研磨する工程を備えたことを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

25. 更に、前記第1の媒体対向面における前記境界部分を含む領域に凹部を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項24記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

26. 前記スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程は、セラミック系の接着剤を用いてスライダ部と再生ヘッド部とを接着することを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

27. 前記スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程は、スライダ部と再生ヘッド部との間に熱硬化型の接着剤を配置し、前記接着剤を300℃以下の温度で加熱して接着剤を硬化させてスライダ部と再生ヘッド部とを接着することを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

28. 前記スライダ部を作製する工程は、ウェハの一方の面の上に複数の記録ヘッドを形成する工程と、前記ウェハの他方の面を研磨することによって前記ウェハを除去する工程とを含み、前記記録ヘッドは、前記研磨によって形成される面に露出し、外部装置と電氣的に接続される導体部を有することを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

29. 前記ウェハを除去する工程は、複数の記録ヘッドの上に支持板を配置した状態で、ウェハの他方の面を研磨することを特徴とする請求項28記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

30. 前記再生ヘッド部を作製する工程は、ウェハの一方の面の上に複数の再生ヘッドを形成する工程と、前記ウェハの他方の面を研磨することによって前記ウェハの少なくとも一部を除去する工程とを含むことを特徴とする請求項19記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

31. 前記スライダ部と再生ヘッド部とを接着する工程は、前記再生ヘッド部において前記研磨によって形成される面とは反対側の面を、前記スライダ部に対して接着することを特徴とする請求項30記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

32. 前記ウェハを除去する工程は、複数の再生ヘッドの上に支持板を配置した状態で、ウェハの他方の面を研磨することを特徴とする請求項30記載の薄膜磁気ヘッド用スライダの製造方法。

## 要約

スライダはスライダ部と再生ヘッド部とを備えている。スライダ部は、第1の媒体対向面と空気流入端と記録ヘッドとを有している。再生ヘッド部は、第2の媒体対向面と空気流出端と再生ヘッドとを有している。スライダ部と再生ヘッド部は、別個に作製され、第1の媒体対向面と第2の媒体対向面が連続するように互いに接着される。

20057946.012902